

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-29546

⑮ Int. Cl.³

H 02 K 17/16
1/28

識別記号

A
Z

庁内整理番号

7254-5H
7254-5H

⑬ 公開 平成4年(1992)1月31日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 モータ

⑯ 特 願 平2-133344

⑰ 出 願 平2(1990)5月23日

⑱ 発 明 者	中 川 亨	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	宝 晃	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	中 島 正 和	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑳ 出 願 人	松下電器産業株式会社	大阪府門真市大字門真1006番地	
㉑ 代 理 人	弁理士 栗野 重孝	外1名	

明 細 書

1. 発明の名称

モータ

2. 特許請求の範囲

回転軸に嵌合された回転子鉄心と、回転軸に嵌合されかつ複数の導体棒で互いに連結されかつ回転子鉄心の両端に配置固定された端絡環と、端絡環の外周部に所定の張力で巻かれて成型された繊維強化樹脂部材とを供え、この繊維強化樹脂部材の初期巻付け張力を、回転軸と端絡環および端絡環と繊維強化樹脂部材がモータ回転時にすべりが生じなくかつ、端絡環と繊維強化樹脂部材がモータ回転時に破壊しないようにしたことを特徴とするモータ。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は回転子の端絡環に補強を施したモータに関するものである。

従来の技術

近年、動力用モータは回転数を上昇させ例えば

工作機械主軸に使用する場合加工速度を上昇させて加工能率を上げる等の高速化が望まれている。数万rpmあるいは数十万rpmという高速化を図るためには、回転子の遠心破壊を防止する手段が要求される。

以下図面を参照しながら、従来のモータの一例について説明する。

第3図は従来のモータの横断面図と側面図を示すものである。1は筒状のフレームで、内部に固定子鉄心2を嵌着している。3は固定子巻線である。回転子は回転子鉄心4と端絡環5と導体棒6とからなっている。回転子鉄心4は回転軸7に嵌合されており、端絡環5は回転子鉄心4の両端に導体棒6を介して固定されており、かつ回転軸7に嵌合されている。

以上のように構成されたモータにおいて、高速回転時には回転子に大きな遠心力が働く。固定子鉄心4にはケイ阻鋼板等を積層構造にして用いることが多いが、端絡環5および導体棒6には導電率の高い銅やアルミニウムあるいはその合金が使

用される。したがって、遠心力によってまず破壊が起こるのは強度の小さい端絡環の部分である。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記のような構成では、遠心力を抑制し回転子の遠心破壊を防止するためには、回転子直径を小さくするしかなく、所望のトルク特性を確保するにはモータ（回転子と固定子）のスラスト方向寸法を大きくする必要がある。しかし、モータのスラスト方向寸法を大きくすれば回転軸全長も永くなり、回転軸の曲げ固有振動数つまり危険速度が低くなって結果的に高速回転が不可能となるという問題点を有していた。

本発明は上記問題点に鑑み、遠心力に対する強度を工場させた回転子を有するモータを提供するものである。

課題を解決するための手段

上記問題点を解決するために本発明のモータは、回転軸に嵌合された回転子鉄心と、回転軸に嵌合されかつ複数の導体棒で互いに連結されかつ回転子鉄心の両端に配置固定された端絡環と、端

いる。13は固定子巻線である。回転子鉄心14は回転軸15に嵌合されており、端絡環16は回転子鉄心14の両端に導体棒17を介して固定されており、かつ回転軸15に嵌合されている。繊維強化樹脂部材18は、回転子全体を回転軸15に嵌合したのち、端絡環16の外周部に所定の張力で巻き付けて成型したものである。この初期巻付け張力は、回転軸15と端絡環16および端絡環16と繊維強化樹脂部材18が高速回転時にすべりを生じない第一の条件と、端絡環16と繊維強化樹脂部材18が高速回転時に破壊しない第2の条件とから決定されている。

以上のように本実施例によれば上記第一、第2の条件を満足するように繊維強化樹脂部材に張力を与えているので、端絡環の引張応力が緩和され、遠心破壊が抑制できる。

次に、繊維強化樹脂部材の巻付け張力を決定する上記第一条件と第二条件について説明する。

第2図は回転軸（A材）、端絡環（B材）、繊維強化樹脂部材（C材）のモデルおよび記号を示

す。端絡環の外周部に所定の張力で巻かれて成型された繊維強化樹脂部材とを備え、この繊維強化樹脂部材の初期巻付け張力を、回転軸と端絡環および端絡環と繊維強化樹脂部材がモータ回転時にすべりが生じなく、かつ端絡環と繊維強化樹脂部材がモータ回転時に破壊しないようにしたことを特徴とするものである。

作 用

本発明は上記した構成によって、端絡環外周部に所定の張力で巻付けられて成型された繊維強化樹脂部材が端絡環を圧縮しているため、遠心力による端絡環の引張応力を緩和させることができる。したがって、同じ直径の回転子でもより高速回転が可能となる。

実 施 例

以下本発明の一実施例のモータについて図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の実施例におけるモータの横断面図および側面図を示すものである。11は筒状のフレームで、内部に固定子鉄心12を嵌着して

すものである。また、第1表は以下の説明に用いる記号を示す表である。

第 1 表

	A: 回転軸	B: 端絡環	C: 繊維強化樹脂部材
ヤ ン グ 率	E_1	E_2	E_3
ポ ア ソ ン 比	ν_1	ν_2	ν_3
比 重 量	r_1	r_2	r_3
接線方向応力	$\sigma_{\theta 1}$	$\sigma_{\theta 2}$	$\sigma_{\theta 3}$
半径方向応力	$\sigma_{r 1}$	$\sigma_{r 2}$	$\sigma_{r 3}$
半径方向変位	U_1	U_2	U_3

A、B材はしめしろδで嵌合されている。また、C材はA、B材を嵌合した後、張力TでB材の外周上に巻かれている。

最初に、C材をしめしろδ'でB材と嵌合した

場合の応力状態が、C材を張力TでB材上に巻き付けた場合の応力状態とほぼ等価となると考えていく。

C材を張力TでB材上に巻き付けた場合の応力状態は、C材の厚み $h (= r_3 - r_2)$ が小さければ

$$\sigma_{\theta 3} = \frac{T}{h}, \quad \sigma_{r 3} = -\frac{T}{r_2} \quad \dots\dots(1)$$

である。応力が0の状態からの半径方向の変位は、

$$\begin{aligned} U_3 &= \frac{\frac{T}{r_2} r_2^2}{E_3 h} \left(1 - \frac{\nu_3}{2}\right) \\ &= \frac{T r_2}{E_3 h} \left(1 - \frac{\nu_3}{2}\right) \quad \dots\dots(2) \end{aligned}$$

である。したがって、c材がしめしろ δ' 、つまり

$$\delta' / 2 = \frac{T r_2}{E_3 h} \left(1 - \frac{\nu_3}{2}\right) \quad \dots\dots(3)$$

となるように、B材と嵌合されれば、C材を張力

TでB材上に巻き付けた場合の応力状態とほぼ同等となる。

よって、以降では、A、B材をしめしろ δ で嵌合した後、その上にC材がしめしろ δ' で嵌合されているとして説明を進める。

一般的に、厚さ一様な中空円板が、それに垂直な対称軸のまわりに角速度 ω で回転しているとき、その応力・変位状態は次式で表わされる。

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{E}{1 - \nu^2} \left[(H\nu) a \right. \\ &\quad \left. - (1 - \nu) \frac{b}{r^2} \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{8} (3 + \nu) N r^2 \right] \quad \dots\dots(4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_\theta &= \frac{E}{1 - \nu^2} \left[(1 + \nu) a \right. \\ &\quad \left. + (1 - \nu) \frac{b}{r^2} \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{8} (1 + 3\nu) N r^2 \right] \quad \dots\dots(5) \end{aligned}$$

$$U = a r + \frac{b}{r} - \frac{N}{8} r^3 \quad \dots\dots(6)$$

$$\left[\text{ただし、} N = \frac{(1 - \nu^2) \sigma \omega^2}{E g} \quad \dots\dots(7) \right]$$

a, b は積分定数

中空回転円板に内圧 p_a 、外圧 p_b が働いていると考えると、(4)式において、

$$r = r_a \quad \text{で} \quad \sigma_r = -p_a$$

$$r = r_b \quad \text{で} \quad \sigma_r = -p_b$$

(内径 r_a 、外径 r_b の中空円板)

を代入すれば、積分定数 a, b が以下のように求められる。

$$\begin{aligned} a &= -\frac{(1 - \nu) (p_a r_a^2 - p_b r_b^2)}{E (r_a^2 - r_b^2)} \\ &\quad + \frac{(3 + \nu) (r_a^2 + r_b^2) N}{8 (1 + \nu)} \quad \dots\dots(8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{(1 + \nu) (p_a - p_b) r_a^2 r_b^2}{E (r_b^2 - r_a^2)} \\ &\quad + \frac{(3 + \nu) N r_a^2 r_b^2}{8 (1 - \nu)} \quad \dots\dots(9) \end{aligned}$$

(8)、(9)式を(4)、(5)、(6)式に代入すれば、

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{p_a r_a^2 - p_b r_b^2}{r_b^2 - r_a^2} \\ &\quad + \frac{(3 + \nu) (r_a^2 + r_b^2) E N}{8 (1 - \nu^2)} \\ &\quad - \left[\frac{(p_a - p_b) r_a^2 r_b^2}{r_b^2 - r_a^2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{(3 + \nu) r_a^2 r_b^2 E N}{8 (\nu - \nu^2)} \right] \frac{1}{r^2} \\ &\quad - \frac{(3 + \nu) r^2 E N}{8 (1 - \nu^2)} \quad \dots\dots(10) \end{aligned}$$

(以下 余白)

$$\sigma_{\theta} = \frac{p_a r_a^2 - p_b r_b^2}{r_b^2 - r_a^2} \\ + \frac{(3+\nu)(r_a^2 + r_b^2)EN}{8(1-\nu^2)} \\ + \left[\frac{(p_a - p_b)r_a^2 r_b^2}{r_b^2 - r_a^2} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu)r_a^2 r_b^2 EN}{8(1-\nu^2)} \right] \frac{1}{r^2} \\ - \frac{(1+3\nu)r^2 EN}{8(1-\nu^2)} \quad \dots\dots(11)$$

$$U = \left[\frac{(1-\nu)(p_a r_a^2 - p_b r_b^2)}{E(r_b^2 - r_a^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu)(r_a^2 + r_b^2)N}{8(1+\nu)} \right] r \\ + \left[\frac{(1+\nu)(p_a - p_b)r_a^2 r_b^2}{E(r_b^2 - r_a^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu)r_a^2 r_b^2 N}{8(1-\nu)} \right] \frac{1}{r} \\ - \frac{N}{8} r^3 \quad \dots\dots(12)$$

$$\delta_2 = \left[\frac{(1-\nu_2)(p_1 r_1^2 - p_2 r_2^2)}{E_2(r_2^2 - r_1^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu_2)(r_1^2 + r_2^2)N_2}{8(1+\nu_2)} \right] r_1 \\ + \left[\frac{(1+\nu_2)(p_1 - p_2)r_1 r_2^2}{E_2(r_2^2 - r_1^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu_2)r_1 r_2^2 N_2}{8(1-\nu_2)} \right] \\ - \frac{N_2}{8} r_1^3 \quad \dots\dots(14)$$

次にB材の $r = r_2$ での変位量 δ_2' を求める。

(以下 余白)

となる。(10), (11), (12)式をもとにして、第2図に示したモデルの状態を明らかにする。

第2図に示したように、回転角速度 ω で回転しており、A, B材間の相互圧力 p_1 、B, C材間の相互圧力 p_2 が働いているとき、まずA材の $r = r_1$ での変位量 δ_1 を求める。(12)式を用いる。

$$\delta_1 = U_{1, r=r_1} \\ = \left[\frac{-(1-\nu_1)p_1 r_1^2}{E_1(r_1^2 - r_0^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu_1)(r_0^2 + r_1^2)N_1}{8(1+\nu_1)} \right] r_1 \\ + \left[\frac{-(1+\nu_1)p_1 r_0^2 r_1}{E_1(r_1^2 - r_0^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu_1)r_0^2 r_1 N_1}{8(1-\nu_1)} \right] \\ - \frac{N_1}{8} r_1^3 \quad \dots\dots(13)$$

B材の $r = r_1$ での変位量 δ_2 を求める。

$$\delta_2' = \left[\frac{(1-\nu_2)(p_1 r_1^2 - p_2 r_2^2)}{E_2(r_2^2 - r_1^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu_2)(r_1^2 + r_2^2)N_2}{8(1+\nu_2)} \right] r_2 \\ + \left[\frac{(1+\nu_2)(p_1 - p_2)r_1^2 r_2}{E_2(r_2^2 - r_1^2)} \right. \\ \left. + \frac{(3+\nu_2)r_1^2 r_2 N_2}{8(1-\nu_2)} \right] \\ - \frac{N_2}{8} r_2^3 \quad \dots\dots(15)$$

(以下 余白)

さらに、C材の $r = r_2$ での変位 δ_3 を求める。

$$\begin{aligned} \delta_3 = & \left[\frac{(1-\nu_3) P_2 r_2^2}{E_3 (r_3^2 - r_2^2)} \right. \\ & + \frac{(3+\nu_3) (r_2^2 + r_3^2) N_3}{8 (1+\nu_3)} \left. \right] r_2 \\ & + \left[\frac{(1+\nu_3) P_2 r_2 r_3^2}{E_3 (r_3^2 - r_2^2)} \right. \\ & + \frac{(3+\nu_3) r_2 r_3^2 N_3}{8 (1+\nu_3)} \left. \right] \\ & - \frac{N_3}{8} r_2^3 \quad \dots\dots(16) \end{aligned}$$

いま、A、B間のしめしろが δ であることから、

$$\delta_2 - \delta_1 = \frac{\delta}{2} \quad \dots\dots(17)$$

である。

B、C間にも(3)式で表わされるしめしろ δ があると考えると、

$$\delta_3 - \delta_2 = \frac{\delta}{2} \quad \dots\dots(18)$$

である。

$$\begin{aligned} & - P_1 \cdot \frac{2 r_1^2 r_2}{E_2 (r_2^2 - r_1^2)} \\ & + P_2 \left[\frac{(1-\nu_3) r_2^3 + (1+\nu_3) r_2 r_3^2}{E_3 (r_3^2 - r_2^2)} \right. \\ & + \frac{(1-\nu_2) r_2^3 + (1+\nu_2) r_1^2 r_2}{E_2 (r_2^2 - r_1^2)} \left. \right] \\ & = \frac{T r_2}{E_3 h} \left(1 - \frac{\nu_3}{2} \right) \\ & - \frac{(3+\nu_3) (r_2^2 + r_3^2) r_2 N_3}{8 (1+\nu_3)} \\ & - \frac{(3+\nu_3) r_2 r_3^2 N_3}{8 (1+\nu_3)} \\ & + \frac{(3+\nu_2) (r_1^2 + r_2^2) r_2 N_2}{8 (1+\nu_2)} \\ & + \frac{(3+\nu_3) r_1^2 r_2 N_2}{8 (1+\nu_3)} \\ & + \frac{1}{8} (N_3 - N_1) r_2^3 \quad \dots\dots(20) \end{aligned}$$

上記の(19)、(20)式は未知数 P_1 、 P_2 に関する

(13)、(14)、(17)式より、

$$\begin{aligned} P_1 \left[\frac{(1-\nu_2) r_1^3 + (1+\nu_2) r_1 r_2^2}{E_2 (r_2^2 - r_1^2)} \right. \\ & + \frac{(1-\nu_1) r_1^3 + (1+\nu_1) r_0^2 r_1}{E_1 (r_1^2 - r_0^2)} \left. \right] \\ & - P_2 \cdot \frac{2 r_1 r_2^2}{E_2 (r_2^2 - r_1^2)} \\ & = \frac{\delta}{2} - \frac{(3+\nu_2) (r_1^2 + r_2^2) r_1 N_2}{8 (1+\nu_2)} \\ & - \frac{(3+\nu_2) r_1 r_2^2 N_2}{8 (1+\nu_2)} \\ & + \frac{(3+\nu_1) (r_0^2 + r_1^2) r_1 N_1}{8 (1+\nu_1)} \\ & + \frac{(3+\nu_1) r_0^2 r_1 N_1}{8 (1+\nu_1)} \\ & + \frac{1}{8} (N_2 - N_1) r_1^3 \quad \dots\dots(19) \end{aligned}$$

(3)、(15)、(16)、(18)式より

連立方程式である。この連立方程式の解を、

$$P_1 = P_1'$$

$$P_2 = P_2'$$

とする。

A、B、C部材が互にすべらない第一の条件は、

$$\mu_{12} A_{12} P_1' > \theta_{\max} / r_1$$

$$\mu_{23} A_{23} P_2' > \theta_{\max} / r_2$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{ここで、} \mu_{12} : \text{A、B材間の静止摩擦係数} \\ \mu_{23} : \text{B、C材間の静止摩擦係数} \\ A_{12} : \text{A、B材間の接触面積} \\ A_{23} : \text{B、C材間の接触面積} \\ \theta_{\max} : \text{モータの最大トルク} \end{array} \right]$$

である。

また、B、C材が破壊しない第二の条件は、

$$\begin{aligned}
\delta \theta_{2\max} &= \delta \theta_{2r=r_1} \\
&= \frac{p_1' r_1^2 - p_2' r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \\
&\quad + \frac{(3 + \nu_2)(r_1^2 + 2r_2^2)E_2 N_2}{8(1 - \nu_2^2)} \\
&\quad + \frac{(p_1' - p_2') r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \\
&\quad - \frac{(1 + 3\nu) r_1^2 E_2 N_2}{8(1 - \nu_2^2)} \\
&< \delta_{T2} / S
\end{aligned}$$

(以下 余白)

$$\begin{aligned}
\delta \theta_{3\max} &= \delta \theta_{3r=r_2} \\
&= \frac{p_2' r_2^2}{r_3^2 - r_2^2} \\
&\quad + \frac{(3 + \nu_3)(r_2^2 + 2r_3^2)E_3 N_3}{8(1 - \nu_3^2)} \\
&\quad + \frac{p_2' r_3^2}{r_3^2 - r_2^2} \\
&\quad - \frac{(1 + 3\nu_3) r_2^2 E_3 N_3}{8(1 - \nu_3^2)} \\
&< \delta_{T3} / S \quad \dots \dots (22)
\end{aligned}$$

ここで、 δ_{T2} : B材の引張強度
 δ_{T3} : C材の引張強度
 S : 安定率

が成立することである。

したがって実際には、巻き付け張力Tをはじめは仮定し、Tの値を(20)式に代入して、連立方程式(19)、(20)式を解 p_1' 、 p_2' を求める。次にさの解 p_1' 、 p_2' を用いて、(21)式で表わされる第

一の条件と(22)式で表わされる第2の条件が満たされるかどうか判定する。もし満たされなければ、張力Tの値を変更して上記計算を繰り返す。以上のように決定された巻き付け張力Tで繊維強化樹脂部材が巻かれていれば、遠心力に対する強度を向上させた回転子を有するモータを提供できる。

発明の効果

以上のように本発明は端絡環の外周部に所定の張力で巻かれて成型された繊維強化樹脂部とを備え、この繊維強化樹脂部材の初期巻き付け張力を、回転軸と端絡環および端絡環と繊維強化樹脂部材がモータ回転時にすべりを生じない第一の条件と、端絡環と繊維強化樹脂部材がモータ回転時に破壊しない第二の条件とから決定しているので、遠心力に対する強度を向上させることができる。

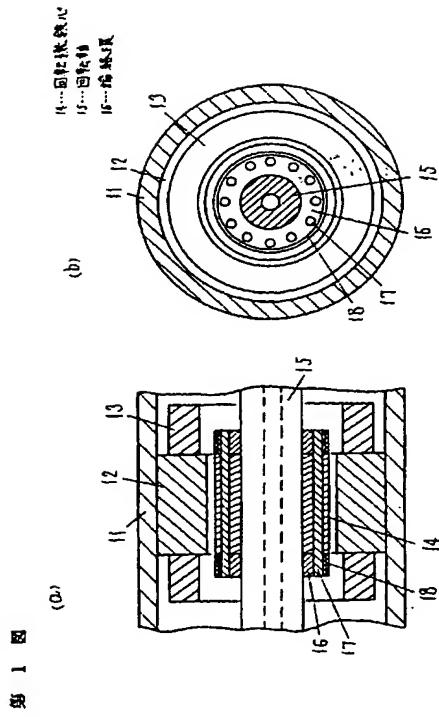
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例におけるモータの横断面図と側面図、第2図は回転軸、端絡環、繊維強化樹脂部材のモデル図、第3図は従来のモータの

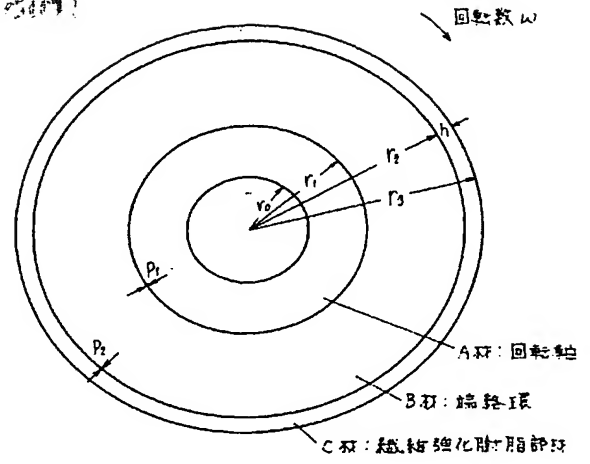
横断面図と側面図である。

14……回転子鉄心、15……回転軸、16……端絡環、17……導体棒、18……繊維補強部材。

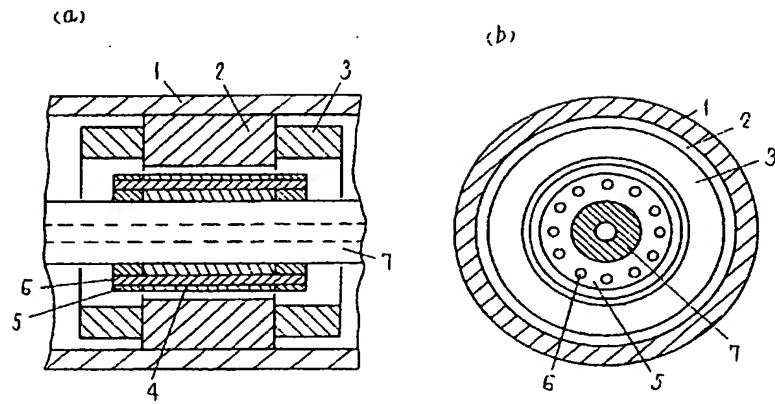
代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名



第 2 圖



第 3 圖



THIS PAGE BLANK (USPTO)